

Halmgutkonservierung

Thomas Hoffmann

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB)

Kurzfassung

Große Teile des Halmfutters werden in Form von Silagen in Horizontalsilos gelagert und konserviert. Beim Einlagern wird das Siliergut häufig zu wenig verdichtet, weil Verdichtungsleistung fehlt. Versuche mit Pistenraupen oder vibrierenden Walzkörpern sind erfolgversprechend gelaufen. Mittels einer radiometrischen Dichtemessmethode soll zukünftig dem Fahrer des Walzfahrzeuges die aktuell erreichte Siliergutdichte angegeben werden. Für Silage in Rundballen wurde ein Penetrometer-Prüfstand entwickelt. In Kombination mit einem Feuchtefühler können Dichte- und Feuchteprofile von Silage-Rundballen erstellt werden. Eine Reihe von Untersuchungen widmete sich der Qualität des Siliergutes und der Verlustvermeidung.

Schlüsselwörter

Verdichtung, Dichtemessung, Qualitätsbestimmung

Crop Preservation

Thomas Hoffmann,

Leibniz-Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim

Abstract

Large quantities of crop fodder are stored and preserved in horizontal silos. Often the ensilaged crops are not sufficient compressed during storing, because there is a lack of compression performance. Investigations with snow groomer "Pistenbully" or vibrating compression tools went promising. Prospective, the driver of the compression vehicle should receive the recent density of the ensilaged crops by means of a radiometric density measuring system. A density test bench for round bales on the basis of penetrometer forces was developed. In combination with a moisture sensor, density and moisture profiles of round bales can be determined. Several investigations attended to the silage quality and the avoidance of losses.

Keywords

compression, density measurement, quality determination

Allgemeines

Halmfutter ist ein wichtiges Grundfutter für Wiederkäuer. Zum Grundfutter zählen Grünfutter, Silagen aus z.B. Mais oder Anwelkgras und Raufutter wie Heu und Stroh. Entscheidenden Einfluss auf die Produktion hochwertiger Gras- und Maissilagen haben zum einen die natürlichen und pflanzenbaulichen Bedingungen, zum anderen aber auch die verfahrenstechnischen Voraussetzung zur Arbeitserledigung. Das Siliergut wird mit Feldhäckslern, Ladewagen und Transportfahrzeugen geerntet und geborgen. Die Maschinen sind in den letzten Jahren leistungsfähiger geworden. Um das technisch mögliche Potenzial auszunutzen, wurden eine algorithmische Effizienzanalyse [1] und ein Arbeitsablaufmodell [2] entwickelt. Grundlage sind jeweils während der Ernte erhobene Praxisdaten. Berechnungen mit dem Arbeitsablaufmodell zeigen, dass ein mehrphasiger Transport die Transportleistung um bis zu 3,4 % bei 10 km Transportentfernung steigern kann und um bis zu 15,8 % bei 20 km [2].

Horizontalsilos

Die Lagerung und Konservierung des Halmgutes erfolgt oft in Horizontalsilos, weil sie die Möglichkeit bieten, die von der leistungsfähigen Ernte- und Bergetechnik erzeugten hohen Masseströme aufzunehmen. Häufig ist das Festfahren im Fahrsilo der Engpass in der Verfahrenskette, weil nicht genug "Verdichtungsleistung" eingesetzt wird. Obwohl die grundlegenden Zusammenhänge bekannt sind, zeigen aktuelle Untersuchungen, dass etwa ein Drittel der Silagen eine fehlerhafte oder schlechte Gärqualität besitzen [3].

Nicht alle Qualitätsmängel im Fahrsilo sind allein auf eine schlechte Verdichtung zurückzuführen, die Verdichtung nimmt aber eine Schlüsselstellung in der Konservierungskette ein. Zur Verbesserung der Verdichtung wurden mit überwiegend guten Erfahrungen Pistenraupen eingesetzt [4]. Die erreichten Siliergutdichten blieben unterhalb der Zielvorgaben, aber die Gärqualität der Silagen war gut. Mit den Pistenraupen konnte eine gute Verteilleistung bei geringem Kraftstoffverbrauch erzielt werden.

Bei Verdichtungsversuchen in einem Pressversuchsstand wurde das Verdichten von Anwelkgras mit Vibrationswalzen simuliert [5]. Die Versuche zeigten einen erhöhten Verdichtungseffekt, der aber nicht auf die vibrierende Bewegung des Walzkörpers zurückzuführen ist, sondern auf die größeren Pressdrücke infolge der rotierenden Unwuchtmassen. Nach Herstellerangaben entwickeln Vibrationswalzen zusätzliche Vertikalkräfte, die je nach Frequenz gleichgroß oder größer sind als die statische Gewichtskraft [6; 7]. Die Überlagerung von statischer Gewichtskraft und zusätzlicher Unwuchtkraft bewirkt die bessere Verdichtung.

Die Siliergutdichte in Fahrsilos kann bei der Siliergutauslagerung anhand entnommener Proben bestimmt werden. Ein Methodenvergleich [8] hat ergeben, dass Messwerte von Bohrproben eine große Variabilität aufweisen. Die Dichtebestimmung an herausgeschnittenen Siloblöcken tendiert zu höheren Dichtewerten, als durch eine Masse- und Volumenbilanzierung des Silostocks zu erwarten wäre.

Zum Messen der Siliergutdichte beim Festfahren befindet sich eine online Messmethode in der Entwicklung [9]. Basis der Messsonde sind ein Cäsium-Strahler Cs-137 und ein Natriumjodid-Szintillationsdetektor. Beide Baugruppen sind in einem Messrad verbaut und werden in der Spur des Verdichtungsstraktors über das Silo geführt (**Bild 1**). Ein Display in der Fahrerkabine zeigt die aktuelle Siliergutdichte an.

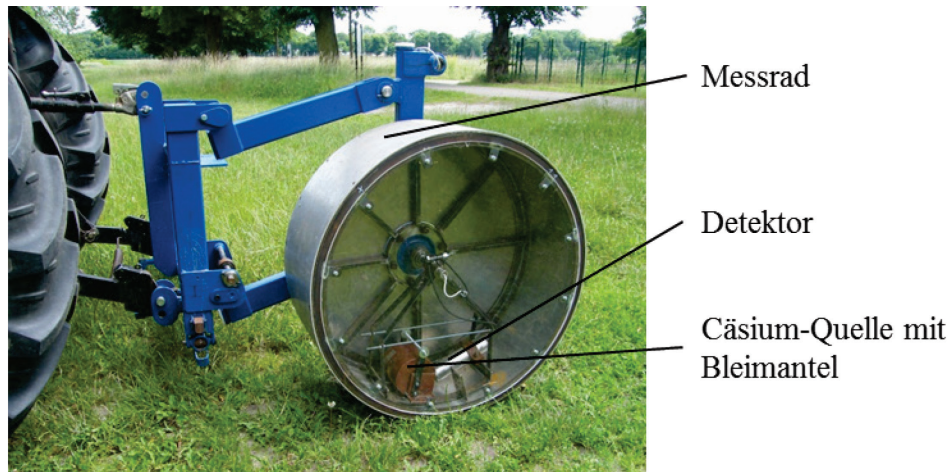


Bild 1: Messrad mit Cäsium-Quelle und Detektor (Foto ATB)

Figure 1: Measuring wheel with Caesium source and detector

Bei der Entnahme des Siliergutes aus dem Silo gelangt Luftsauerstoff an das entnommene Siliergut und über die Anschnittfläche in das Silo. Mit dem Luftzutritt können sich Verderborganismen wie Schimmelpilze und Hefen entwickeln. Wichtig ist, dass die Silagen ausreichend aerob stabil sind. Als aerobe Stabilität bezeichnet man die Zeitspanne in Tagen, in denen sich das Siliergut unter Lufteinfluss weniger als 3 K über die Umgebungstemperatur eines Raumes von 20 °C erwärmt.

Für den Landwirt stellt sich die Frage, ob die Anfälligkeit zur Nacherwärmung mehr von der Sorte oder von Jahr und Witterung abhängt. Bei einem Versuch in 2 Jahren mit 2 Maissorten in jeweils 3 Entwicklungsstadien (Milchreife, frühe und späte Teigreife) zeigte sich, dass die Umweltbedingungen und das Entwicklungsstadium größeren Einfluss auf die aerobe Stabilität haben als die Sortenwahl [10]. Im Versuch wurden allerdings nur 2 Maissorten eingesetzt.

Zur Verbesserung der Fermentierung und der Milchsäurebildung können Additive dem Siliergut zugegeben werden. In Versuchen waren die mit Additiven behandelten Silagen weniger aerob stabil als unbehandelte Silagen [11].

Um die Nacherwärmung an der Anschnittfläche so gering wie möglich zu halten, sollen Fahrsilos schmal gestaltet werden, damit der Vorschub bei der Entnahme möglichst groß ist. Dementgegen werden Fahrsilos für eine gute Befüllung oft breit ausgebildet. Bei einem Praxisversuch wurden 48 Fahrsilos (26 Grassilagen, 4 Luzernesilagen, 18 Maissilage) hinsichtlich ihrer Trockenmasseverluste untersucht [12]. Die Trockenmasseverluste wurden

durch Wägung des gesamte Siliergutes beim Einlagern und später beim Auslagern bestimmt. Es ergaben sich geringe Trockenmasseverluste mit durchschnittlich 10 Masse-% bei Mais, 9 Masse-% bei Gras und 12 Masse-% bei Luzerne. Als eine Erklärung für die geringen Masseverluste wurde der hohe Entnahmevorschub von etwa 2 m je Woche vermutet.

Ballensilierung

Die Dichte in Silage-Rundballen kann mit Hilfe eines Penetrometer-Prüfstandes bestimmt werden [13; 14]. Zur Messung werden die Ballen automatisch gedreht, um den Eindringwiderstand aus mehreren Richtungen zu messen. Aus ca. 5.400 Einzelwerten wird ein Dichteprofil des Ballens erstellt.

Der Penetrometer-Prüfstand wurde erfolgreich bei Landwirten eingesetzt. Anhand der Penetrometerwerte konnten die Einstellungen der Ballenpresse optimiert werden.

Um unterschiedliche Gutfeuchten berücksichtigen zu können, wurde der Penetrometerstab mit einem Sensor zum Bestimmen der dielektrischen Leitfähigkeit ausgestattet [15].

Schlauchsilierung

In einem Praxisversuch mit zwei unterschiedlichen Siloschlauchpressen wurde untersucht, ob sich die Halmgutbeanspruchung im Pressrotor auf die Siliergutqualität auswirkt [16]. Die Bewertung erfolgte anhand von Proben, die vor und hinter dem Pressrotor dem Gut entnommen wurden. Bei der Partikelgrößenverteilung zeigte sich, dass der Pressrotor eine zerkleinernde Wirkung aufweist. Der Anteil an größeren Partikeln nahm ab und der Anteil an mittleren Partikeln nahm zu. Hinter dem Pressrotor entnommenes Siliergut wies eine schnellere Milchsäurebildung und schnellere Fermentation auf als Siliergut, das vor dem Pressrotor entnommen wurde. Nach 90 Tagen Silierung unterschieden sich vor und nach dem Pressrotor entnommene Proben nicht in den Strukturwerten.

Heuproduktion

Für Betriebe mit Heuwirtschaft wurde eine weniger zeitintensive Methode zum Bestimmen der Bröckelverluste erarbeitet [17]. Bei dieser Methode wird eine Platte mit künstlichen Stoppeln während der Feldliegezeit unter das Gut ausgelegt. Die künstlichen Stoppeln begünstigen in Bodennähe die Luftzufuhr zum Trocknen, sie halten aber auch ähnlich wie reale Stoppeln Pflanzenteile zurück. Die Bröckelverluste werden durch Auswiegen der auf der Platte verbleibenden Pflanzenteile bestimmt.

Verluste bei der Futterkonservierung sind nicht zu vermeiden, sie müssen aber auf ein Minimum reduziert werden. Dazu müssen die Verlustquellen analysiert werden. Die Verluste auf dem Feld können 5 - 40 % des gewachsenen Ertrages ausmachen. Bei der Lagerung können zusätzlich im ungünstigen Fall 20 % Verluste entstehen [18].

Falls Bodenheu vor dem Pressen in Ballen nicht ausreichend trocknen konnte, kann mit "Selko Heu" ein Konservierungsmittel beim Pressen dazugegeben werden [19]. Es handelt

sich dabei um ein nicht korrosives Säureprodukt auf Basis von Propionsäure. Nicht behandelte Heuballen erwärmten sich stark und waren nach 30 Tagen Testdauer verdorben. Bei behandeltem Heu konnte der Verderb ganz oder teilweise verhindert werden.

Zusammenfassung

Halmfutter wird häufig in Form von Silagen in Horizontalsilos gelagert und konserviert. Die Verdichtung beim Einlagern stellt aufgrund fehlender Verdichtungsleistung oft ein Problem dar. Zur Verbesserung der Verdichtungsarbeit sind Versuche mit Pistenraupen und vibrierenden Verdichtungswerkzeugen unternommen wurden. Mit Hilfe eines radiometrischen Dichtemessverfahrens soll zukünftig die Siliergutdichte beim Festfahren ermittelt werden.

Auch für Silage in Rundballen wird ein Dichtemessverfahren entwickelt. Mit Hilfe eines Penetrometer-Prüfstandes kann ein Dichteprofil des Ballens erstellt werden.

Mehrere Versuche wurden unternommen, um die Qualität des Siliergutes besser bestimmen oder Verluste in der Verfahrensgestaltung besser analysieren zu können.

Literaturverzeichnis

- [1] Heizinger, V. und Bernhardt, H.: Algorithmische Analyse von Transportsystemen für die Biomasse. Landtechnik 67 (2012) H. 1, S. 22-25.
- [2] Heitkämper, K.; Wagner, A. und Schick, M.: Mehrphasige Transportverfahren in der Silomaisernte. Landtechnik 67 (2012) H. 5, S. 350-353.
- [3] Latsch, R.: Gehört Ihre Silage zur Spitze? LANDfreund 90 (2013) 7, S. 40-43.
- [4] Nussbaum, H. und Rubenschuh, U.: Test of snow groomer "Pistenbully 300 Greentech" for use in bunker silos at harvesting different crops. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, 2-4 July 2012, Hämeenlinna, Finnland, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland und University of Helsinki 2012, S. 282-283.
- [5] Hoffmann, T.; Schemel, H. und Füll, C.: Compaction of grass silage taking vibrating stress onto account. CIGR-ejournal 15 (2013) H. 1, S. 114-123.
- [6] -.-: JCB vibratory tandem roller. J C Bamford Excavators Ltd.
<http://www.jcb.co.uk/products/Machines/Compaction-Equipment/Vibratory-Tandem-Rollers.aspx>, access 19.09.2012.
- [7] -.-: Tandem roller. homepage Hamm AG. <http://www.hamm.eu/en/produkte/tandemwalzen/serie-dv/dv-90-vo.182.php>, access 19.09.2012.
- [8] Latsch, R. und Sauter, J.: Comparison of methods for determining the density of grass silage. Agricultural and food science. 22 (2012) H. 1, S. 189-193.
- [9] Hoffmann, T.; Geyer, S.; Bittner, J.; Kögler, R. und Schirma, M.: Online-Bestimmung der Siliergutedichte mit Radiometrie. Landtechnik 68 (2013) H. 4, S. 256-258.
- [10] Wyss, U. und Arrigo, Y.: Einfluss der Maissorte und des Entwicklungsstadiums auf die aerobe Stabilität von Silagen. Agrarforschung Schweiz 4 (2013) H. 7-8, S. 338-343.
- [11] Wilkinson, J. M.; Davies, D. R.: The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. Grass and Forage Science 68 (2012) H. 1, S. 1-19.
- [12] Köhler, B.; Diepolder, M.; Ostertag, J.; Thurner, S. und Spiekers, H.: Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, 2-4 July 2012, Hämeenlinna, Finnland, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland und University of Helsinki 2012, S. 318-319.
- [13] Büscher, W.; Maack, C.; Sun, Y.; Lin, J.; Cheng, Q.; Meng, F. und Zhang, H.: Dichteuntersuchungen von Rundballen-Silagen mit einem Penetrometer-Prüfstand. Landtechnik 68 (2013) H. 1, S. 26-29.
- [14] Büscher, W.; Maack, C.; Sun, Y.; Lin, J.; Cheng, Q.; Meng, F. und Zhang, H.: Lagerungsdichte von Silageballen bei unterschiedlichen Presseneinstellungen und Siliergutfeuchten. Landtechnik 68 (2013) H. 2, S. 103-107.
- [15] Sun, Y.; Cheng, Q.; Meng, F.; Buescher, W.; Maack, C.; Ross, F. und Lin, J.: Image-base comparison between a γ -ray scanner and a dual-sensor penetrometer technique for visual assessment of bale density distribution. Computers and Electronics in Agriculture 82 (2012) H. 1, S. 1-7.

- [16] Höcker, M.; Maack, C. und Büscher, W.: Effect of pressing instruments on feed structure of maize silage during the compaction of bagging technology. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, 2-4 July 2012, Hämeenlinna, Finnland, Hrsg.: MTT Agrifood Research Finland und University of Helsinki 2012, S. 288-289.
- [17] Sauter, J.; Latsch, R. und Hensel, O.: Eine neue Methode zur Bestimmung von Bröckelverlusten. Agrarforschung Schweiz 3 (2012) H. 3, S. 164-167.
- [18] Hunger, R.: Verlustarme Futterkonservierung. Schweizer Landtechnik 76 (2013) H. 4, S. 30-31.
- [19] Wyss, U.: Wirkung eines Konservierungsmittels bei Feuchtheu - Ergebnisse 2011. Agrarforschung Schweiz 3 (2012) H. 6, S. 314-315.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hoffmann, Thomas: Halmgutkonservierung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2013. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2014. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055023>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/147.html>